



MANUAL

de

 MONITOREO

del

*agua*

para el

INVESTIGADOR  
LOCAL

A close-up photograph of several green leaves. The leaves are covered with numerous small, clear water droplets. In the center-left area, there is a prominent pinkish-red stain or damage on the leaf surface. The background is dark, making the green leaves stand out.

MANUAL  
de  
MONITOREO  
del  
*agua*  
para el  
INVESTIGADOR  
LOCAL



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS BIOLÓGICOS - IAvH  
ÉSTA ES UNA CONTRIBUCIÓN DEL

**Proyecto Páramo Andino**  
Conservación de la Diversidad en el Techo de los Andes



# CONTENIDO

PRESENTACIÓN  
LO QUE ESTÁ SUCEDIENDO

¿Qué es un punto de muestreo?

¿Cómo hacer el monitoreo de la cantidad de agua de nuestra cuenca?

¿Cómo hacer el monitoreo de la calidad de agua de nuestra cuenca?

ISBN: 978-958-8343-27-3

**Autora:**  
Luz Andrea Silva//

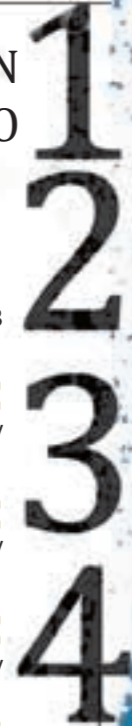
**Edición:**  
Adriana Vásquez Cerón//

**Fotografía:**  
Luz Andrea Silva, Francisco Fajardo y Jaime Maya//

**Diseño y Diagramación:**  
Ricardo Vásquez. xyurikax@gmail.com//

**Impresión:**  
ARFO Editores e Impresores Ltda.

Contribución IAvH 419



Los habitantes del agua

# Presentación

El AGUA es una sustancia compuesta por oxígeno e hidrógeno, inodora, insípida e incolora. Al caer en las altas montañas, como en el PÁRAMO, se almacena y se distribuye para luego bajar por ríos y quebradas.

EL AGUA es fundamental para todos los seres vivos, por esto es necesario asegurarnos de que el lugar en que vivimos, así como en los páramos, se encuentre en buenas condiciones. Solo así seguiremos contando con una buena cantidad y calidad de agua.

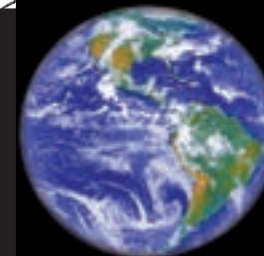
Existen varias actividades humanas que afectan la cantidad y la calidad del AGUA; un método efectivo para poder controlar los efectos negativos que estas actividades tienen sobre nuestro bienestar, es establecer el grado y posible causa de la alteración. Con este fin, suele usarse el MONITOREO, que es un proceso continuo de observación, medición y análisis de ciertos datos que nos dan indicio del estado de la calidad del agua.

En este caso en particular, queremos hacer el MONITOREO con la ayuda de las personas que viven cerca a las fuentes hídricas, pues son ellos quienes están más cercanos a conocer sus características y quienes tienen la necesidad directa de mantenerlas en buen estado. Además, son los únicos que pueden realizar cambios en el manejo de las zonas cercanas para lograr mejoras en sus condiciones.

Quienes viven cerca de las fuentes hídricas serán los nuevos INVESTIGADORES LOCALES estando encargados de observar, medir y registrar aspectos físicos, químicos y biológicos del agua, con el apoyo técnico de personal del Proyecto Páramo Andino. Igualmente, este proceso estará vinculado a algunas universidades del país y redes mundiales que fomentarán actividades donde se podrá compartir y comparar nuestras experiencias con las actividades de monitoreo y manejo realizadas en otros países alrededor del mundo.

## ¿SABÍAS QUE

*En el planeta tierra solamente el 3% del agua es dulce, es decir, apta para el consumo humano? De esta agua dulce el 75% está congelada, y del agua no congelada, el 98% se encuentra en el subsuelo... en sitios como el PÁRAMO.*



# Lo que está sucediendo

Actualmente la mayoría de fuentes hídricas en Colombia se encuentran afectadas por algunas prácticas derivadas de actividades humanas, como: el uso de agroquímicos y pesticidas en cultivos y pastizales, el mal manejo de residuos sólidos, el pastoreo intensivo, el inadecuado manejo de aguas residuales, la minería y la deforestación, entre otras prácticas asociadas al uso y aprovechamiento de nuestros recursos.

Estas actividades afectan enormemente la calidad y la cantidad del agua, causan daños en la salud pública (algunos compuestos químicos pueden producir enfermedad diarreica aguda, lesiones en el hígado y los riñones y enfermedades infantiles), perjudican el sistema ecológico acuático (agotamiento de oxígeno y envenenamiento de organismos vivos) y causan daños a los lugares de recreo (la eutrofización genera problemas estéticos y mal olor).

Por esto se hacen necesarias acciones inmediatas enfocadas al control y mejoramiento de las condiciones del agua para evitar que por la contaminación se limite la disponibilidad de este recurso imprescindible para la vida.



Bueno...

ahora arranquemos con el **MONITOREO**

**Lo primero** es observar el estado de la cuenca donde vivimos e identificar los principales problemas que puedan estar afectando la cantidad y/o la calidad de nuestras aguas.

**Lo segundo** es ubicar varios puntos de muestreo en la cuenca para llevar a cabo el monitoreo o medición de las diferentes variables referentes a la calidad y cantidad del agua.

Eutrofización: Proceso de concentración de nutrientes en el agua. Cuando hay exceso de nutrientes puede haber gran cantidad de materia orgánica en descomposición consumiendo una gran cantidad de oxígeno disuelto. Las aguas eutróficas presentan comúnmente malos olores y mal aspecto.

Cuenca: es el territorio drenado por aguas subterráneas o superficiales que desembocan en un río, un lago, un reservorio o el mar. Una cuenca puede ser una combinación de bosques, desiertos, pastizales, glaciales, etc.

# 1 ¿Qué es un punto de muestreo?



Es un lugar en donde se establecerá una estación fija para recoger continuamente los datos cualitativos y cuantitativos del agua.

Para seleccionar este punto se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Es de fácil acceso al lugar y ofrece seguridad para los investigadores.
- Se encuentra libre de descargas de ríos tributarios, es decir, no puede ser un lugar en el que se crucen ríos.
- Demuestra conexiones entre el uso de la tierra y la calidad del agua.
- Debe ubicarse con una referencia geográfica clara (para esto se requiere de un geoposicionador - GPS).

# 2 ¿Cómo hacer el monitoreo de la cantidad de agua que recibe nuestra cuenca?

Cada Investigador Local tendrá ubicado en su finca un instrumento llamado pluviómetro que sirve para medir la cantidad de agua lluvia que cae en la zona. Dicho pluviómetro debe ser observado diariamente, preferiblemente en las horas de la mañana y a la misma hora cada día para tomar nota de la medida de agua que registra. Este dato debe ser llevado al Formato No. 1. Monitoreo diario del pluviómetro. El registro será integrado con otros datos para calcular el balance hídrico de la cuenca, es decir, la cantidad de agua que entra y sale de la quebrada.

Se deben tener algunos cuidados básicos en la zona donde se encuentra ubicado el pluviómetro. Por ejemplo:

- Instalarlo en un lugar libre de vegetación u otros obstáculos que alteren su contenido. Lejos de árboles y casas.
- No permitir que se le acerquen animales.
- Evitar que esté cerca a fuentes de agua que puedan variar su contenido.
- Mantener el entorno libre de malezas y material vegetal que puede caer en él.



# 3

## ¿Cómo hacer el monitoreo de la calidad de agua que recibe nuestra cuenca?



Existen varias formas de conocer, observar y medir las condiciones de calidad del agua:

- **Saber local:** proviene de la experiencia y se basa en gran parte en nuestra vida diaria y en el contacto directo con las fuentes de agua.
- **Evaluación química:** es la apreciación de la calidad del agua de acuerdo a la concentración de los componentes químicos que se encuentran en ella.
- **Evaluación biológica:** es la apreciación de la calidad del agua, mediante el uso de un equipo apropiado, de acuerdo con los grupos de microorganismos o animales que se pueden encontrar en ella.

### Hagamos un ejercicio...

Los Investigadores Locales deben hacer la evaluación de la calidad del agua según su propio conocimiento. Para esto, deben tomar el “Formato 2. Evaluación del agua según el saber local” y poner puntajes a la calidad del agua que van desde 1 cuando el agua está muy contaminada, hasta 5 cuando el agua está limpia y se puede consumir. Estos puntajes se deben dar de acuerdo con los siguientes aspectos del agua:

- **Color:** un color oscuro en el agua nos indica contaminación. Se debe dar el puntaje de acuerdo al grado de pureza que refleja la coloración o transparencia del agua.
- **Olor:** un mal olor está asociado con aguas que no son potables. Se dará el puntaje de acuerdo al grado de contaminación o pureza caracterizado por el olor que se percibe del agua.
- **Presencia de agroquímicos:** muchas veces los agroquímicos o pesticidas que son usados en los cultivos o los pastizales para el ganado disminuyen la calidad de las aguas. Se debe dar el puntaje de acuerdo al grado de contaminación o pureza que comúnmente se ve relacionado con la presencia de cultivos, pastizales, malezas o bosques cerca de las fuentes de agua.
- **Circulación:** si el agua se encuentra en movimiento está menos expuesta a la contaminación. Según la presencia de piedras en la quebrada, caídas de agua o estancamientos que podrían afectar tanto en forma positiva como negativa su pureza, se dará el puntaje.
- **Presencia de animales:** la variedad de peces y otras especies animales nos indica que hay buenas condiciones para la vida. Se debe dar el puntaje de acuerdo con la presencia de ciertos peces, aves, mamíferos o insectos asociados con las fuentes de agua.
- **Cantidad:** si hay bastante agua hay más posibilidad de dilución para los contaminantes y por tanto menores niveles de contaminación. Se debe dar el puntaje de acuerdo con la cantidad de agua presente en la quebrada y su influencia sobre la contaminación o pureza del agua.

- **Presencia de espuma:** generalmente está relacionada con la presencia de detergentes y otros contaminantes. Se debe dar el puntaje de acuerdo a la presencia o ausencia de espuma.
- **Basura y/o residuos sólidos:** la presencia de estos en la corriente de quebradas y ríos indica un grado de contaminación alto. Según esto se dará la puntuación.
- **Cercanía al nacimiento:** generalmente suponemos que el agua de los nacimientos es pura. La cercanía al nacimiento y la relación de esta cercanía con la pureza o posible contaminación del agua será el indicador del puntaje.
- **Otros:** en esta casilla el investigador debe calificar cualquier característica del agua que no se haya tenido en cuenta anteriormente y que se considere importante en esta evaluación.

Finalmente, en la casilla “explicación” los Investigadores Locales deben escribir el “por qué” de cada uno de los puntajes dados.





# 4 Los habitantes del agua...

Los habitantes del agua muchas veces son utilizados para medir la salud de los ríos, quebradas y lagunas, por lo cual son llamados BIOINDICADORES.

Estos bioindicadores son organismos seleccionados por el grado de sensibilidad o tolerancia a diversos tipos de contaminación o sus efectos. Se pueden usar diversos organismos para el método biológico de monitoreo, como por ejemplo, bacterias, protozoarios, algas (fitoplancton), macro-invertebrados, macrófitas, anfibios y peces.

En este estudio se utilizarán las bacterias coliformes y los macroinvertebrados.



## 4.1. ¿Qué son las bacterias

**coliformes y por qué sirven como bioindicadores?**

Estas bacterias se encuentran en las heces fecales del hombre, otros mamíferos y aves. Comúnmente llegan a las corrientes hídricas por el vertimiento de aguas residuales, lixiviados de rellenos sanitarios, infiltraciones de tanques sépticos, defecación a campo abierto y por la presencia de animales domésticos y silvestres que dejan agentes patógenos en las aguas corrientes. Si el contenido de bacterias coliformes en el agua es alto (más de 200 colonias/100 ml de agua), indica que hay una gran posibilidad de que organismos dañinos para la salud humana estén también presentes en la corriente de agua.



## 4.2. ¿Cómo se mide la presencia o ausencia de coliformes en el agua?

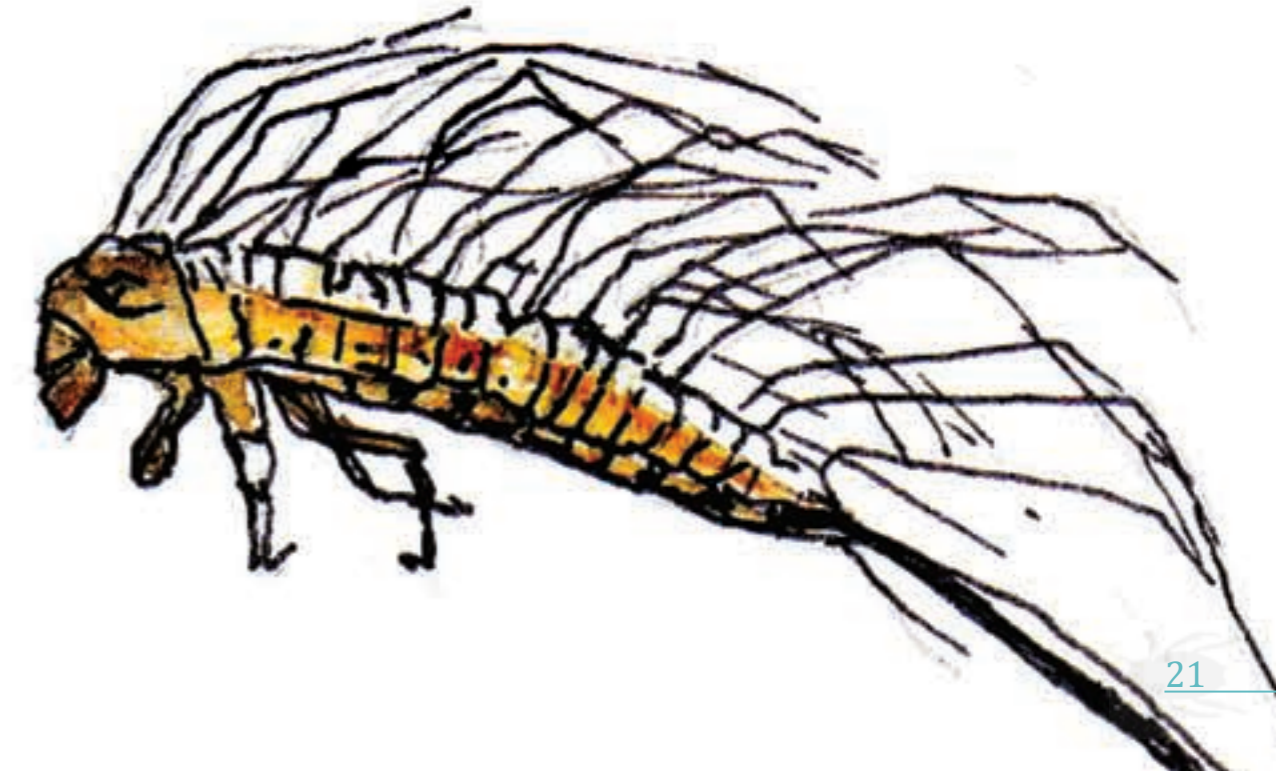
La presencia o ausencia de estas bacterias coliformes, se medirá por medio de tabletas contenidas en el Kit de monitoreo de aguas (GREEN Water Monitoring Kit).



### 4.3. ¿Qué es un macroinvertebrado acuático y dónde se encuentra?

Son los animales que viven en el agua, que no presentan espina dorsal (invertebrados) y que podemos ver con nuestros ojos sin necesidad de un microscopio (macro).

Los macroinvertebrados comúnmente se encuentran en cuerpos de agua dulce como lagos, ríos y humedales. Se ubican principalmente debajo de rocas, entre la vegetación y raíces sumergidas, entre el lodo del fondo o incluso suspendidos o nadando en la superficie del agua.



## 4.4. ¿Por qué los macroinvertebrados

### son usados como indicadores de la contaminación?

Los macroinvertebrados son uno de los grupos más útiles para la evaluación de la calidad biológica del agua, debido a las siguientes características:

- Son organismos que responden a cambios en las condiciones del ecosistema acuático.
- Su cantidad en el agua señala el grado de contaminación. En las aguas contaminadas los macroinvertebrados sensibles a la contaminación desaparecen y los más tolerantes abundan.
- Presentan muchas especies que no cambian fácilmente de hábitat y, por tanto, permiten indicar efectos de contaminación en el sitio de muestreo.
- Algunas especies de larga vida pueden indicar efectos de contaminación en el tiempo al cambiar de aspecto o mudarse a un nuevo hábitat.
- Tienen características biológicas y ecológicas conocidas.



INSECTO



MOLUSCO



CRUSTÁCEO

Los macroinvertebrados que suelen ser usados son:

- **Insectos:** son animales de seis patas, con tubos traqueales para el intercambio de gases y un exoesqueleto duro. Es el grupo de animales con mayor número de especies de nuestro planeta, entre las que se encuentran moscas, libélulas, grillos, cucarachas, chinches, escarabajos, entre otros.
- **Moluscos:** son animales de cuerpo blando, por lo general protegido por una cubierta dorsal. Comprende almejas, ostras, pulpos, caracoles, babosas y calamares.
- **Crustáceos:** son animales que presentan un exoesqueleto duro y comúnmente cinco pares de patas ambulatorias. Son el alimento de muchos peces y otros animales. Comprenden langostas, cangrejos, camarones y especies afines.

## 4.5. ¿Cómo hacer la evaluación de la calidad biológica del agua?

Los investigadores locales deben hacer una evaluación de la calidad biológica del agua de acuerdo a la presencia de ciertos macro-invertebrados en el punto de muestreo. Para lograr esto se aplicará el método BMWP adaptado a Colombia, por medio de los siguientes pasos:



1

Uno de los investigadores escogido por el grupo (con botas altas y a prueba de agua) se debe ubicar en el medio de la quebrada.



2

Tomar la red de arrastre en el sentido que va la corriente de la quebrada y golpear suavemente el suelo con sus pies de tal forma que el sustrato removido pase por la red.



3

Realizar un barrido con la red a las orillas de la quebrada para remover vegetación y raíces sumergidas.



4

Levantar las piedras y troncos de la quebrada para coleccionar los animalitos que se encuentran allí.



5

Llevar las muestras tomadas a las bandejas y lavar el exceso de sedimento con un poco de agua de la misma quebrada.



6

Repetir el proceso de toma de muestras hasta que se hayan cubierto 10 metros a lo largo de la quebrada o hasta que se repitan todos los grupos de macroinvertebrados que se extraen.



7

Identificar el tipo de animal más abundante y por medio de la “clave para identificación de macroinvertebrados acuáticos” establecer a qué familia pertenece.



8

Tomar nota del puntaje BMWP/Col. de acuerdo con los puntajes del “Formato 4. Evaluación Calidad Biológica del Agua (Índice BMWP/Col.)”.

Clave 4: crustacea

hyaellidae.....	7
Pseudothelpusidae.....	8
Palaemonidae.....	8
Planariidae(Turbellaria).....	7
Hydridae(Hydrozoa).....	10
Chordodidae(Nematomorph).....	10
Lymnessiidae(Arachnoidea).....	10

Puntaje BMWP/COL

9

Separar este tipo de animal del resto que están sin identificar y repetir el proceso de identificación con cada uno de los diferentes tipos de animales colectados.



10

Cuando no se encuentren más familias dentro de la muestra tomada, se deben sumar todos los puntajes BMWP/Col. y escribir el resultado en la casilla asignada en el formato.

Palaemonidae.....	8
Planariidae(Turbellaria).....	7
Hydridae(Hydrozoa).....	10
Chordodidae(Nematomorph).....	10
Lymnessiidae(Arachnoidea).....	10
<b>Puntaje BMWP/COL</b>	<b>32</b>
<b>CALIDAD</b>	<b>SIGNIFICADO</b>



Finalmente la suma de estos puntajes deben llevarse a la Tabla 1. Calidad Biológica del Agua - Índice BMWP/Col. para hallar los niveles de calidad del agua y su significado.

Palaemonidae.....	8
-------------------	---

Planariidae(Turbellaria).....	7
-------------------------------	---

Hydridae(Hydrozoa).....	10
-------------------------	----

Chordodidae(Nematomorph).....	10
-------------------------------	----

Lymnessiidae(Arachnoidea).....	10
--------------------------------	----

Puntaje BMWP/COL	<b>32</b>
------------------	-----------

CALIDAD	SIGNIFICADO
---------	-------------

CRÍTICA	CONTAMINADA
---------	-------------

Tabla 1.

Calidad Biológica del Agua – Índice BMWP/Col. (Tomada de Roldan Pérez, G.A. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Ed. Universidad de Antioquia).

CLASE	CALIDAD	BMWP/Col.	SIGNIFICADO
I	BUENA	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias.
II	ACEPTABLE	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.
III	DUDOSA	36-60	Aguas moderadamente contaminadas.
IV	CRÍTICA	16-35	Aguas muy contaminadas.
IV	MUY CRÍTICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas.

Busca en los anexos los formularios correspondientes a cada actividad.

A close-up photograph of several green leaves. The leaves are covered with numerous small, clear water droplets. In the center-left area, there is a prominent pinkish-red stain or damage on the leaf surface. The background is dark, making the green leaves stand out.

MANUAL  
de  
**MONITOREO**  
del  
*agua*  
para el  
INVESTIGADOR  
LOCAL

